

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. vet. G. Wittke

**BEOBACHTUNGEN
BEI LANGFRISTIGER
FERNREGISTRIERUNG
DER LIDSCHLÄGE DES RINDES**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin

durch die

Veterinärmedizinische Fakultät der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Bartsch

Tierarzt aus Finow

Berlin 1964

Journal-Nr. 450

Druck:
ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e.V.
DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE
1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. vet. G. Wittke

BEOBACHTUNGEN BEI LANGFRISTIGER FERNREGISTRIERUNG DER LIDSCHLÄGE DES RINDES

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin

durch die

Veterinärmedizinische Fakultät der Freien Universität
Berlin

vorgelegt von
Wolfgang Bartsch
Tierarzt aus Finow

Berlin 1964
Journal-Nr. 450

Dekan: Prof.Dr. H.J. H e i d r i c h

Referent: Prof.Dr. G. W i t t k e

Korreferent: Priv.Doiz.Dr. F.J. H a b e r i c h



Tag der mündlichen Prüfung: 21. Februar 1964

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1 Methoden	3
2.2 Ergebnisse	6
3. Eigene Versuche	10
3.1 Methode	10
3.2 Kritik der Methode	18
3.3 Ergebnisse	21
4. Diskussion der Ergebnisse	42
5. Zusammenfassung	49
6. Literaturverzeichnis	51

1. Einleitung und Fragestellung

Es ist mitunter schwer, einen leicht faßbaren Ausdruck zentralnervöser Vorgänge und "Stimmungen" eines Tieres im verhaltensphysiologischen Sinne zu finden. Das gilt besonders für das äußerlich oft torpide erscheinende Rind. Bei langfristiger automatischer Registrierung physiologischer Vorgänge ohne Gegenwart eines Untersuchers ist es aber oft wünschenswert, einen Indikator für verschiedene Zustände nervöser oder neuromuskulärer Erregung der Tiere zu besitzen. Da die Augenlider relativ trägheitsarme, durch zentrale Mitinnervation leicht anstoßbare Systeme darstellen, liegt es nahe, ihre Bewegungsfrequenz als Indikator verborgener Erregungen heranzuziehen, zumal der Lidschlag auf mechanoelektrischem Wege leicht registrierbar und zählbar ist.

Auf diesem Gebiet sind von HABERICH und WITKE (19) Untersuchungen durchgeführt worden, die für diese Arbeit als Grundlage gedient haben. Die in der Veröffentlichung "Beobachtungen über den Lidschlag des Rindes (nebst Bemerkungen über Perioden des Wiederkauens und den Lidschlag des Pferdes)" dargelegten Ergebnisse enthalten die Auswertung von Beobachtungen über verhältnismäßig kurze Zeiträume.

Aufgabe dieser Arbeit ist es zu klären, ob Änderungen der Lidschlagfrequenz bei Untersuchungen im oben ange-deuteten Sinne zuverlässig registriert werden können.

Im einzelnen sind dabei Antworten auf folgende Fragen gesucht worden:

Besteht ein Tag-Nacht-Rhythmus des Lidschlages?

Kann die von BLOUNT, HABERICH und WITKE beobachtete Abhängigkeit des Lidschlages von bestimmten Funktionszuständen wie Stehen und Liegen sowie Fressen und Wiederkauen bei länger dauernder Registrierung bestätigt werden?

Besteht ein Zusammenhang zwischen Puls- und Lidschlagfrequenz?

Erfolgen die Lidschläge grundsätzlich synchron und welches ist ihr Frequenzbereich?

Wie wirken sich besondere Belastungen wie hohe Außentemperaturen oder der Ablauf einer Geburt auf die Lidschlagfrequenz aus?

In welcher Weise wird die Tätigkeit der Augenlider durch akustische Reize beeinflusst?

2. Literaturübersicht

Es gibt nur sehr wenige Arbeiten, die sich mit Untersuchungen des Lidschlages beschäftigen. Die meisten davon stammen aus dem humanmedizinischen Bereich. 1958 legte F.J. HABERICH (18) eine Habilitationsschrift "Die Physiologie der Augenlider (Ein Beitrag mit besonderer Berücksichtigung der vergleichenden Physiologie und der Beziehung zwischen Form und Funktion)" vor. In dieser Arbeit sind alle wesentlichen Lidschlaguntersuchungen beschrieben.

Allgemein unterscheidet man reflektorische von spontanen Lidschlägen. Diese Unterteilung ist jedoch nur insoweit möglich, als man die Lidschläge als reflektorische ansehen kann, wenn man den reflexauslösenden Reiz kennt.

H. WILBRAND und A. SAENGER (43) sehen den Lidschlag lediglich als Folge psychischer Zustände (spontaner Lidschlag) und als den durch die Austrocknung der Cornea bedingten (reflektorischen) Lidschlag an. HABERICH (17) hat darüber hinaus auf die mögliche Bedeutung des Lidschlages bei raschen Adaptationsvorgängen hingewiesen.

2.1 Allgemeine Methoden der Lidschlaguntersuchungen

2.11 Visuelle Methode

Direkte Beobachtungen sind von vielen Forschern gemacht worden. Eine systematische Auswertung findet man bei PONDER und KENNEDEY (35) (1928), bei BLOUNT (6) (1928) und bei HABERICH und WITKE (19) (1956). Während PONDER und KENNEDEY sowie BLOUNT nur schreiben, daß die Beobachtungen so durchgeführt worden sind, daß die Versuchspersonen oder -tiere nichts von der Beobachtung gewußt

oder bemerkt haben, machen HABERICH und WITTKE noch weitere Angaben. Sie unterscheiden 3 Lidschlagtypen:

- a) Lidschläge mit vollständigem Verschuß
- b) Lidschläge mit unvollständigem Verschuß des Auges
- c) Zuckungen im orbitalen oder palpebralen Anteil des *M. orbicularis oculi* mit geringfügiger Verengerung der Lidspalte.

Außerdem haben sie spontane von reflektorischen Lidschlägen unterschieden und für letztere auch die Ursachen angegeben (z. B. Kopfbewegung, akustischer Reiz, Schmerz). Alle Tätigkeiten des Tieres sowie dessen Ausdrucksformen, die evtl. eine Beziehung zum Lidschlag haben, sind notiert worden. Das gilt ebenfalls für alle Veränderungen in der Umgebung des Tieres, insbesondere für akustische Reize. Diese Methode hat den großen Vorteil, daß sie relativ wenig Aufwand erfordert, und eine sehr große Anzahl von Nebenbeobachtungen gemacht werden können. Für lange über Tag und Nacht fortlaufende Untersuchungen ist sie jedoch nicht geeignet. Außerdem können durch den eigenen Lidschlag einzelne Lidschläge des Tieres der Beobachtung entgehen. Hinzu kommt, daß bei extremen Kopfwendungen es mitunter unmöglich werden kann, den Lidschlag weiter zu verfolgen.

2.12 Methode der Ableitung von Aktionspotentialen am *M. orbicularis oculi*

Diese Methode ist von MACKENSEN (31) 1957 (Elektrooculographie, Elektronystagmographie) beschrieben worden. Eine ähnliche Methode gibt WERNER (41) (persönliche Mitteilung) für die Untersuchungen am Hund an. Da aber beide (MACKENSEN und WERNER) in erster Linie das Ziel verfolgen, ein Elektrooculogramm bzw. Elektronystagmogramm zu schreiben, und der Lidschlag nur nebenbei registriert wird, ist es leicht möglich, daß sich diese Methode noch verbessern läßt.

Bei den Registrierungen, die bei beiden Autoren mit einem Direktschreiber erfolgen, werden die Aktionspotentiale der Augenbewegungen und auch des Lidschlages registriert. Die Entscheidung, ob es sich um einen Lidschlag handelt oder nicht, kann zwar mit großer Sicherheit getroffen werden, kostet aber für jeden Lidschlag Zeit und dürfte in der beschriebenen Weise für 24-Stunden-Versuche kaum geeignet sein. Außerdem ist es zweifelhaft, ob das Einklemmen der Michelklammern zur Ableitung der Aktionspotentiale nicht schon die Lidschlagfrequenz beeinflusst.

2.13 Mechanische Methode

PONDER und KENNEDEY (35) haben für Untersuchungen am Menschen die mechanische Energie des Lidschlages zum Öffnen eines Stromkreises verwendet. Das Schließen ist durch 2 leichte Federn mit Platinkontakten bewirkt worden, die sich auf einem Hölzchen befunden haben, das mittels eines Bandes auf der Stirn gehalten worden ist. Den Kontakt zum oberen Augenlid stellt ein mittels Gummispiritus befestigter feiner Seidenfaden her. Jede Bewegung des Lides unterbricht den Stromkreis und gibt ein Signal. Diese Methode hat den Vorteil, daß relativ lange registriert werden kann, ist andererseits aber so störanfällig, daß sie für Tierversuche in der geschilderten einfachen Form nicht in Frage kommt. Über die zur Impulserzeugung notwendigen Kräfte machen die Autoren leider keine Angaben. Sie weisen darauf hin, daß nicht streng genug darauf geachtet werden kann, die Ergebnisse der ersten 15 Minuten zu verwerfen, weil durch psychische Einflüsse die Ergebnisse uncharakteristisch sein können. Eine ähnliche mechanische Methode findet man bei M.L. PATRIZI und G. BELLENTANI (33). Sie haben einen am Lid befestigten Draht benutzt, der bei jedem Lidschlag in ein kleines, im äußeren Augenwinkel, befindliches mit Quecksilber gefülltes Röhrchen eintaucht und damit einen Stromkreis schließt.

2.2 Ergebnisse

Mit den oben geschilderten Methoden sind zahlreiche Untersuchungen gemacht worden, die einen interessanten Einblick in die Lidschlagphysiologie ermöglichen. PONDER und KENNEDEY (35) (Untersuchungen am Menschen) haben ihre Registrierungen als Interblinkperioden (Abstand zwischen 2 Lidschlägen) dargestellt. Die von ihnen durchgeführten Registrierungen liegen zwischen 30 und 120 Minuten Dauer. Sie haben die Häufigkeitsverteilung der Interblinkperioden ermittelt, indem sie diese in Gruppen von 0-0,5, 0,5-1, 1-1,5 sec. Dauer usw. geordnet haben.

Danach lassen sich einzelne Versuchspersonen folgenden 4 Klassen zuordnen:

Klasse I, die am häufigsten vorkommt (62 %), weist eine große Anzahl von Interblinkperioden sehr kurzer und selten solche von langer Dauer auf.

Klasse II: Hier sind Interblinkperioden von langer und kurzer Dauer unregelmäßig nebeneinander vertreten.

Klasse III: Sie zeigt eine bimodale Verteilung mit Häufigkeitsmaxima für Interblinkperioden sehr kurzer und für solche von etwa 5 sec. Dauer.

Klasse IV: Kurze und lange Interblinkperioden sind relativ selten, solche mittlerer Dauer am häufigsten.

Weiterhin haben die genannten Autoren den Einfluß des Zigarettenrauchens auf den Lidschlag untersucht und gefunden, daß in allen Fällen die Lidschlagfrequenz gesteigert und die normale Verteilung verändert wird. Ein von ihnen als typisch angegebenes Beispiel zeigt eine sehr starke Zunahme der Gruppe kürzester Interblinkperioden. Eine pharmakologische Beeinflussung wird durch Alkoholverabreichung nachgewiesen. Es kommt hierbei zu einer deutlich fortschreitenden Verminderung der Lidschlagfrequenz.

Wie stark die Lidschlagfrequenz von Stimmungen abhängig ist, zeigt ein Beispiel "Ärger" in einem Kreuzverhör. Hierbei sind die Interblinkperioden sehr stark verkürzt. HABERICH und WITTKKE (19) kommen durch ihre Untersuchungen zu dem Urteil "Die Lidschlagfrequenz kann also unter bestimmten Bedingungen als Indikator zentralnervöser Vorgänge gelten". HABERICH (18) hat an Studenten bei einer kurzen Zwischenprüfung eine Steigerung der Lidschlagfrequenz beobachtet. HABERICH und WITTKKE (19) haben am Rind auf einen akustischen Reiz hin eine Steigerung und bei dem kurze Zeit später folgenden zweiten Reiz keine weitere Veränderung der Lidschlagfrequenz mehr gesehen. Sie deuten das als eine "Gewöhnung an eine Reizsituation (Adaptation), die sich durch die Beobachtung des Lidschlages quantitativ verfolgen läßt".

Um die Frage zu klären, inwieweit die Lidschlagfrequenz von der Austrocknung der Cornea beeinflusbar ist, haben PONDER und KENNEDEY (35) Versuche durchgeführt, bei denen die Versuchspersonen einmal in einem Raum mit feuchtigkeitsgesättigter Luft (Gewächshaus) und ein anderes Mal in einem Raum mit extrem trockener Luft gesessen haben. Eine Änderung der Lidschlagrate ist nicht erkennbar gewesen, woraus die Autoren schließen, daß die Lidschlagfrequenz nicht vom Austrocknungsgrad der Cornea abhängig ist. Ob evtl. andere Reize auf die Cornea eine Veränderung der Lidschlagfrequenz bewirken können, haben sie versucht, durch die Instillation von Anaestheticis festzustellen. Mit ein paar Tropfen einer 2 %igen Kokainlösung (in den Konjunktivalsack geträufelt) haben sie eine komplette Anaesthetie erreicht, ohne einen signifikanten Unterschied in der Länge und Verteilung der Interblinkperioden zu finden. HABERICH und WITTKKE (19) haben Lidschlaguntersuchungen bei totaler Anaesthetie der Horn- und Bindehäute beider Augen beim Pferd gemacht, um die Frage zu klären,

ob beim Fressen aufgewirbelter Staub als wesentliche Reizursache für eine Frequenzsteigerung des Lidschlages in Frage kommt. Das gesamte Lidschlagverhalten war durch die Anaesthesie jedoch keineswegs verändert. BLOUNT (6) hat (1928) eine Reihe von Untersuchungen an folgenden Tierarten durchgeführt:

Primates (Schimpansen, sudanesische und westindische Affen), Rodentia (Ratte, Maus, Springmaus, Meerschweinchen und Kaninchen), Carnivora (Polarbär, Hund, Fuchs, Luchs, Wolf, Hauskatze, Leopard und Löwe), Pachydermata (Elefant), Camelidae (Alpaka und Kamel), Ruminantia (Ziege, Elch, Bison und Rind), Equidae (Pferd), Aves (Adlereule, Schneeeule, Strauß und Papagei), Reptilia (Krokodil, Eidechse und Schildkröte) sowie Amphibien (Frosch).

Von diesen Ergebnissen scheinen uns folgende Beobachtungen besonders bemerkenswert:

- a) daß sich der Lidschlag bei Vögeln beim Hören von Musik veränderte.
- b) daß sich die Lidschlagfrequenz beim Pferd unter Angstzuständen, nach dem widerwilligen Einnehmen von Medizin und im Liegen ganz unterschiedlich verhält.
- c) daß beim Wiederkäuer ein unterschiedliches Lidschlagniveau während bestimmter Funktionszustände besteht. Liegen, Wiederkauen, Melken und kurze Zeit vor dem Wiederkauen werden jeweils durch ihr eigenes Lidschlagniveau charakterisiert.

Auch dieser Autor verwendet weitgehend die Darstellung der Interblinkperioden. Von HABERICH und WITKE (19) ist u. a. der Lidschlag an einem Versuchsrind über 2 Stunden und 16 Minuten beobachtet worden. Dabei hat sich gezeigt, daß jedem Funktionszustand (stehend, stehend wiederkauend, liegend, liegend wiederkauend) eine bestimmte Lidschlagfrequenz mit in dieser Folge abnehmenden Beträgen zukommt.

Im Verlaufe dieser relativ langen Beobachtung haben sie hin und wieder stärkere Steigerungen der Lidschlagfrequenz gefunden, für die sie aber auch Ursachen (meist akustische Reize oder Lageänderungen) angeben können. Diese Beobachtungen sind im Oestrum und Interöstrum gemacht worden. Während der Brunst liegen die Lidschlagfrequenzen (stehend, stehend wiederkauend und liegend wiederkauend) wesentlich höher als im Intervall. Beim Pferd haben dieselben Autoren charakteristische Einflüsse des Stehens, Liegens und Fressens gefunden. Diese haben sie als Häufigkeitsverteilung der Lidschlagintervalle dargestellt. Schwierig und bis heute noch ungelöst ist die Frage nach der Ursache des spontanen Lidschlages. Verschiedene Theorien, die von einer periodischen Reizung bestimmter Organe des Auges ausgegangen sind, haben keine Bestätigung gefunden. Daß ein durch die Austrocknung der Hornhaut bedingter Reflex die alleinige Ursache nicht sein kann, ist aus Versuchen ersichtlich, wo trotz einer Anaesthesie die Lidschlagfrequenz unverändert geblieben ist.

Nach einer Theorie von LANDOIS (25) soll der Lidschlag in einer Abhängigkeit zu bestimmten Phasen des Pulses stehen. LANDOIS hat angenommen, daß der Pulsschlag im M. orbicularis oculi zu einer Reizung sensibler Nervenfasern führt und auf diese Weise nach einer bestimmten Zeit einen Lidschlag zur Folge hat. PATRIZI und BELLENTANI (33) haben zur Überprüfung dieser Theorie eine Registrierung sowohl des Pulses als auch des Lidschlages durchgeführt. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen hat keinen Beweis für eine Abhängigkeit des Lidschlages von bestimmten Phasen des Pulses erbracht.

3. Eigene Versuche

3.1 Methode

3.11 Versuchstiere und Versuchsräume

Die Erprobung der Lidschlagabnehmer erfolgte an einem schwarzbunten Niederungsrind, die eigentlichen Versuche wurden an einer 10 Jahre alten, 551 kg schweren, nach klinischer Untersuchung gesunden Kuh derselben Rasse gewonnen. Dieses Tier war sehr ruhig, reagierte jedoch normal auf alle Vorgänge im Stall. Die Beobachtungen wurden in zwei Phasen vorgenommen. Die erste lag in der Zeit vom Dezember 1962 bis Februar 1963 in der Besamungsstation der Klinik für Klauentierkrankheiten und Geburtshilfe.^x In dieser Zeit stand das Versuchsrind als 4. von 10 Rindern in einer Reihe von Kurzständen. Die Stalltemperatur lag zwischen 12° und 18° C, die Luft war mit Wasserdampf gesättigt. Von hoch gelegenen Fenstern her fiel schwaches, diffus verteiltes Licht ein. In den Abend- und Morgenstunden erfolgte die elektrische Beleuchtung mit 60 Watt Glühlampen von der Stallgasse aus. In dieser Versuchsphase war die Kuh trächtig. In der Nacht vom 8. zum 9. Februar um 23²² Uhr wurde ein Bullenkalb geboren. Es befand sich in Hinterendlage und seitlicher Stellung. Nach Lageberichtigung wurde es ohne Schwierigkeiten durch manuellen Zug entwickelt. Das Verhalten des Lidschlages ist dabei mitregistriert worden (siehe Abb. 20, S. 41).

Der zweite Teil der Untersuchungen fand vom Juli bis Oktober 1963 im eigenen Versuchsstall statt, in dem das Tier in einem Mittellangstand allein gehalten wurde.

^x Der Klinik für Klauentierkrankheiten und Geburtshilfe (Direktor Prof.Dr. H.J. Heidrich) danken wir für die Versuchstiere und die Erlaubnis, einen Teil der Beobachtungen in ihrem Stall vorzunehmen.

Im Stall befanden sich außerdem noch Schafe, Kaninchen und Meerschweinchen. Der Raum war heller, verglichen mit dem Stall der Besamungsstation. Melken und Füttern erfolgten früh um 7⁰⁰ Uhr und nachmittags um 15³⁰ Uhr. Die Ration bestand aus Treber und Heu ad libitum.

Um eine Beschädigung des Lidschlagabnehmers auszuschließen, wurde in einer späteren Phase der Versuche die Selbsttränke entfernt und das Tier aus dem Eimer getränkt. Um beide Hinterbeine wurden gepolsterte Lederfesseln gelegt und an einem langen Strick so befestigt, daß das Versuchstier nicht in der Lage war, mit dem Hinterfuß den Lidschlagabnehmer am Kopf zu berühren. Das Tier konnte sich trotzdem gut bewegen und ohne Schwierigkeiten hinlegen. Alle Versuche post graviditatem wurden im Interöstrum gemacht.

3.12 Versuchsdauern

3.121 Vorversuche zur Erprobung der Methode

- a) 2 x über je 24 Stunden

3.122 Hauptversuche

- b) 1 x über 62 Stunden fortlaufend
- c) 2 x über je 24 Stunden (mit je einstündiger Unterbrechung)
- d) 2 x über je 12 Stunden
- e) 2 x über je 24 Stunden
- f) 1 x über 24 Stunden mit interkurrenter akustischer Reizung
- g) Außerdem wurden mehrere Registrierungen vorgenommen, die nur über einige Stunden liefen.

Bei den Versuchen a) und b) wurde der Lidschlag mit dem Abnehmer Typ I (siehe Abb. 1, S. 12) aufgenommen. Für die Versuche c) - g) wurde Typ II verwendet (siehe Abb. 2 u. 3, S. 14). Bei den Versuchen c) - d) führten zeitweilige Beschädigungen der Puls-, Lidschlag- oder Kauabnehmer dazu, daß des Nachts Reparaturen vorgenommen werden mußten. Die dadurch bedingten Störungen des Versuchstieres wurden beim Auswerten der Beobachtungen berücksichtigt.

Da es von vornherein unser Ziel war, den Lidschlag über mindestens 24 Stunden zu verfolgen, kam die Methode der direkten Beobachtung nicht in Frage. Zur Fernübertragung der Meßwerte wurden deshalb von A. BAYER (2) Abnehmer des Lidschlages, der Kautätigkeit, des Pulses und der Stellung des Tieres eingerichtet, die im folgenden beschrieben werden.

3.13 Lidschlagabnehmer

3.131 Abnehmer Typ I (siehe Abb. 1)

Am freien Ende eines Blechplättchens ist ein Seidenfaden befestigt, der mit einer Hautstelle über dem Margo orbitalis verbunden werden kann.

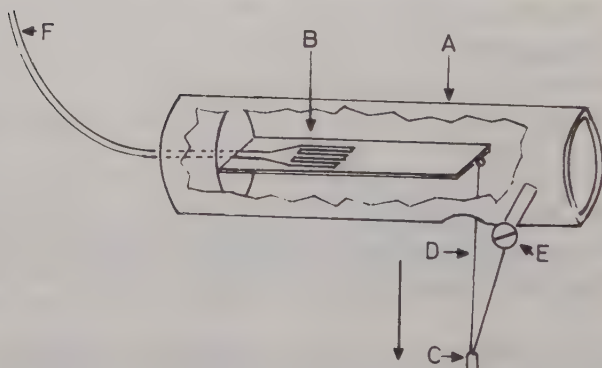


Abb. 1

- A = Messinghülse
- B = DMS auf ein dünnes Metallblech geklebt
- C = Öse über dem Augenlid aufgeklebt
- D = Seidenfaden zur Verbindung von B mit C
- E = Schraube um D zu spannen
- F = Abführende Leitung

Das Blechplättchen ist mit einem Dehnungsmeßstreifen (DMS) beklebt und mit seinem anderen Ende in einen Stopfen geklemmt, durch den die elektrischen Leitungen geführt sind. Diese Teile befinden sich in einer Messinghülse, die im vorderen Bereich eine seitliche Öffnung freiläßt, durch welche der dünne Seidenfaden die Verbindung zwischen dem Meßstreifenträger und dem oberen Augenlid herstellt. Hier wird er durch eine aufgeklebte Fadenöse zu einer Schraube an der Hülse zurückgeführt, mit deren Hilfe er vorgespannt werden kann. Dieser Lidschlagabnehmer ist mittels einer Schelle am Horn befestigt worden. Die technischen Daten des Dehnungsmeßstreifens entsprechen denen des Lidschlagabnehmers Typ II.

3.132 Abnehmer Typ II (siehe Abb. 2 und 3, S. 14)

Auf ein dünnes Stahlfederblech (V 2 A-Stahl, federhart) 0,05 mm stark, 9,5 cm lang und 1 cm breit, wurde ein Dehnungsmeßstreifen (Frischen $R = 120 \Omega \pm 0,6 \Omega$, $K = 2,11 \pm 1 \%$ - K dient als Maß für die Empfindlichkeit des Dehnungsmeßstreifens -) in der Mitte mit Spezialklebstoff X 60 aufgeklebt. An den Dehnungsmeßstreifen wurden lackierte 0,1 mm dicke Kupferdrähte weich angelötet. Zum Schutz vor mechanischer Beanspruchung und vor Verschmutzung wurden die Streifen und Drähte mit Tesafilm abgedeckt. Am Rind wurde die Haut über dem Margo orbitalis rasiert und mit Alkohol (70 %) entfettet und desinfiziert. Danach wurde auf die rasierte sowie auf eine entsprechend höher gelegene ebenso vorbehandelte Stelle Klebstoff (Pattex) aufgetragen. Dieser Klebstoff wurde auch an der leicht angewinkelten, den Dehnungsmeßstreifen tragenden Blattfeder angebracht. Nach 5 - 10 Minuten Trockenzeit wurde der Lidschlagabnehmer auf die betreffenden Stellen gepreßt. Da hier unter der Haut Knochen liegt, ließ sich durch Andruck eine gute Festigkeit erreichen.



Abb. 2

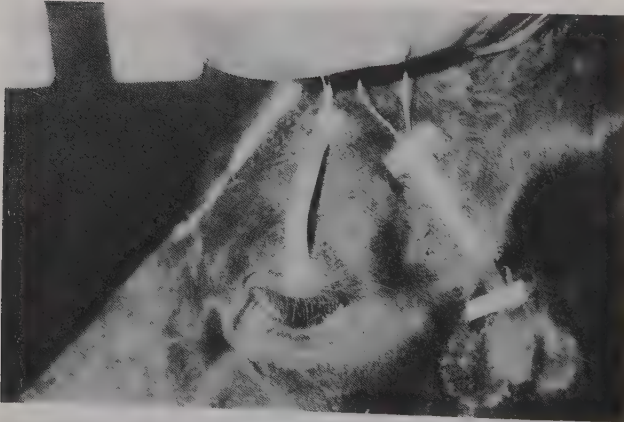


Abb. 3

Erläuterungen siehe Text

3.14 Kauabnehmer (siehe Abb. 2 und 3, S. 14)

Die Abnahme der Kaubewegungen wurde mit einem dem Lid-schlagabnehmer Typ II völlig gleichenden Stahlfederblechstreifen, dessen Enden aber nicht angewinkelt waren, durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde die Haut im Bereich des M. temporalis rasiert und der Metallstreifen mit Pattex auf die Stelle, die bei Kaubewegungen die größte Beweglichkeit zeigte, aufgeklebt.

3.15 Pulsabnehmer (siehe Abb. 2, S. 14)

Das Horn wurde etwa 5 cm von der Basis entfernt in einem ca. 3 cm breiten Bereich quer zur Richtung der Hornröhrchen so weit mit einer Feile verdünnt, daß das darunterliegende durchblutete Gewebe durch die dünne Hornschicht rosig hindurchschimmerte. An dieser Stelle wurde ein Dehnungsmeßstreifen mit Spezialkleber X 60 aufgeklebt.

3.16 Abnahme der Stellung des Tieres

Am Widerrist des Tieres wurde ein Band mit einer Schlaufe angeklebt (Pattex), an der ein Zugkontakt, dessen elektrische Leitungen zur Decke führten, befestigt war. Dieser Stromkreis, der beim Stehen des Tieres einen Wechselstrom von 50 Hz und 20 V führte, wurde beim Hinlegen unterbrochen.

3.17 Übertragung und Registrierung

Auf diese Weise wurden alle mechanischen Vorgänge, die uns interessierten, in elektrische Impulse transformiert, die durch Kabel aus dem Stall ins Laboratorium übertragen und dort mit einem Direktschreiber (Physiopolygraph, Fa. Schwarzer) registriert werden konnten. Der Vorschub betrug $1 \text{ mm} \cdot \text{sec.}^{-1}$. Für die Registrierungen zur Überprüfung der Lidschlagsynchronizität wurde ein Vorschub von $10 \text{ mm} \cdot \text{sec.}^{-1}$ verwendet.

Die vom Tier abführenden Leitungen waren durch Gummiband dauernd leicht gespannt. Um die Zugkräfte abzufangen, wurden die Leitungen vom Lidschlag-, Puls- und Kauabnehmer durch eine Metallschelle am Horn festgeschraubt. Die Dehnungsmeßstreifen der einzelnen Abnehmer wurden immer wie im folgenden Schaltbild (Abb. 4) angeordnet.

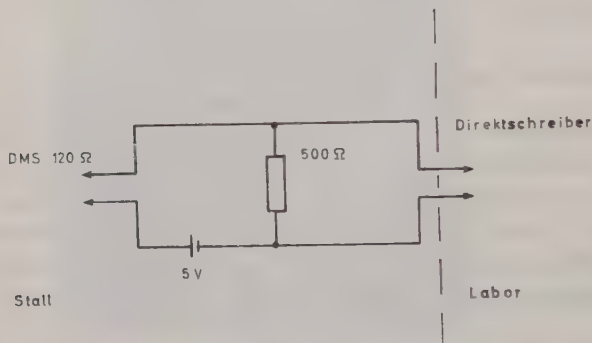


Abb. 4 Schaltbild

3.18 Filmaufnahmen^x

Um die Zeitdauer des Lidschlages und des Lidschlusses zu bestimmen, wurden Filmaufnahmen mit einer Bolex-Reflex H 16 bei einer Aufnahmegeschwindigkeit von 64 Bildern/sec. gemacht.

^x Die Aufnahmen verdanken wir Herrn PREUSS von der Klinik für Pferdekrankheiten (Direktor Prof.Dr. E. Becker).

Die Firma (Paillard-Bolex) gibt eine Gleichlaufgenauigkeit für ein fabrikneues Modell ihres federgetriebenen Filmgerätes von ± 1 Bild an. Rechnet man vorsichtshalber (das Filmgerät ist schon etwa 3 Jahre in Gebrauch) mit einem Fehler von ± 4 Bildern, so ergibt sich daraus eine Ungenauigkeit von $\pm 6\%$ für die Zeitbestimmung.

3.19 Akustische Reizung

Mit einem Tongenerator wurde eine Frequenz von 500 Hz erzeugt und auf einen Lautsprecher gegeben, der sich über der Futterkrippe in einer Höhe von etwa 2 m befand. Das Tonsignal wurde in unregelmäßigen Abständen, jeweils 10 - 15 sec. lang, erzeugt und hatte am Kopf des Tieres eine Lautstärke von 50 Phon. Die Messung der Lautstärke erfolgte mit einem Schallpegelmeßgerät^x (Fa. Rohde & Schwarz, München; Meßbereich 20 - 134 Phon bzw. 0,005 - 1000 mikrobar Schalldruck, Frequenzbereich 30 Hz - 10 kHz), welches sich etwa 50 cm über dem Kopf des Versuchstieres befand. Die hier angegebene Frequenz, Lautstärke und Reizdauer erschienen uns nach einigen Vorversuchen geeignet, die Reaktion des Tieres zu untersuchen.

^x Für die leihweise Überlassung des Schallpegelmeßgerätes danken wir Herrn Obering. Dipl.-Phys. M. HUBERT vom Institut für Technische Akustik der TU (Direktor Prof. Dr. Cremer).

3.2 Kritik der Methode

Um die Leistungsfähigkeit unserer Methode beurteilen zu können, sind vor allem zwei Fragen zu stellen:

- a) Werden alle Lidschläge registriert?
- b) Wird durch die Art und Weise der Abnahme des Lidschlages nicht seine Frequenz verändert?

Unter diesen Gesichtspunkten ist zu den verwendeten Abnehmern folgendes zu sagen.

3.21 Lidschlagabnehmer Typ I

Jeder Lidschlag wird verursacht durch eine Kontraktion des M. orbicularis oculi und einen Tonusverlust des M. levator palpebrae. Der M. orbicularis oculi muß bei unserer Versuchsanordnung zusätzlich noch die Kraft zum Bewegen des Meßstreifenträgers aufbringen. Wir glauben allerdings, daß das Verhältnis vorhandener Kräfte zu den dazu notwendigen relativ günstig liegt. Es gibt unseres Wissens keine Untersuchung, die sich mit den beim Lidschluß des Rindes auftretenden Kräften beschäftigt. Bei Messungen am Menschen ermittelte GUTTMANN Kräfte von 10 - 15 g, die beim gewöhnlichen Lidschlag auf den Bulbus drücken, nach BIRCH/HIRSCHFELD kann diese Kraft sogar 90 g betragen (zitiert nach HABERICH) (18). Die auf die Verengerung der Lidspalte gerichtete Kraftkomponente dürfte eher noch größer sein. Nimmt man aber nun an, daß diese Kraft durch die Elastizität der Blattfeder, die Fadenreibung in der Öse und die Trägheit des ganzen Systems um eine bestimmte Gegenkraft vermindert wird, so könnte eine gewisse Behinderung des Lidschlages die Folge sein. Dieses Moment ist aber als geringfügig zu veranschlagen. Die Hauptschwierigkeit lag vielmehr darin, daß der Kontakt zwischen Dehnungsmeßstreifen und Oberlid durch einen Faden gegeben sein mußte, der nicht zu straff

und nicht zu locker sein durfte. Im ersteren Falle war er leicht gerissen, im zweiten Falle wurden nur volle Lidschläge registriert. Aus diesem Grunde hielten wir den Faden so locker gespannt, daß der Abnehmer vollständige, nicht aber unvollständige Lidschläge übertrug. Damit wurde die Gefahr des Reißens vermieden, andererseits aber nur die Frequenz vollständiger Lidschläge erfaßt. Um diesen Nachteil auszuschließen, wurde der Lidschlagabnehmer Typ II entwickelt.

3.22 Lidschlagabnehmer Typ II

Bei der Verwendung des Lidschlagabnehmers Typ II werden die den Lidschlag bewirkenden Muskelkräfte kaum beeinflusst. Der Meßstreifen ist so angebracht, daß eine den Lidschlußkräften gleichgerichtete kleine Federkraft wirksam ist. Bei vollständigem Verschluß der Lidspalte gelangt die Blattfeder über die Ruhelage hinaus, so daß bei der Öffnung des Lides der Metallstreifen im Anfang auch den M. levator palpebrae unterstützt, und dieser Muskel erst in der Schlußphase der Öffnung die Rückstellkraft aufbringen muß, um das System in die Ausgangslage zurückzubringen. Mit dieser Methode sind ausnahmslos alle Lidschläge registriert worden.

3.23 Akustische Reizung

Das Versuchstier konnte sich an der Kette relativ frei bewegen und hatte dadurch die Möglichkeit, seinen Kopf dem Lautsprecher zu nähern oder von ihm abzuwenden. Er geriet dabei in Zonen örtlicher Lautstärken von ± 7 Phon bezogen auf die Werte bei Mittelhaltung des Kopfes.

3.24 Umfang der Beobachtungen

Der Lidschlag ist ein individuelles Merkmal. Deshalb erschien es vorteilhafter, möglichst lange Beobachtungen an nur einem Tier vorzunehmen als weniger umfangreiche an mehreren Rindern. Um die verschiedenen Einflüsse gut abschätzen zu können, haben wir uns bemüht, Registrierungen über 24 Stunden zu erzielen, bei denen 1440 Werte für die Minutenfrequenz des Lidschlages anfallen.

3.3 Ergebnisse

3.31 Zusammenhang zwischen Lidschlagfrequenz und Verhalten des Tieres

Aus den Originalkurven, von denen wir zunächst zwei Ausschnitte zeigen, ist zu entnehmen, daß bei Änderung eines Funktionszustandes die Lidschlagfrequenz mitreagiert.

In Abb. 5 ist in Zeile C eine Steigerung der Lidschlagfrequenz sichtbar. Sie ist der Vorbote des kurze Zeit später erfolgenden Stellungswechsels (Zeile E - dünner Strich = Liegen, dicker Strich = Stehen) und ist ein so sicheres Merkmal, daß man Stellungs- oder Lageveränderungen an Hand der Lidschlagregistrierungen schon 20 - 30 sec. vorher erkennen kann.

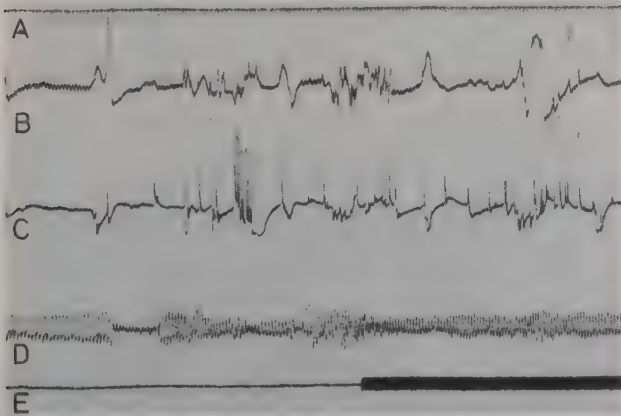


Abb. 5

- A = Zeitschreibung in sec.
- B = Kaubewegungen
- C = Lidschläge
- D = Puls
- E = Liegen bzw. Stehen

Die Erhöhung der Lidschlagfrequenz tritt noch deutlicher in Erscheinung, wenn sich zwei Faktoren ändern, die sie in gleicher Richtung beeinflussen. Die Abb. 6 gibt hierfür ein Beispiel. Das Versuchstier beendet das Wiederkauen (etwa in der Mitte von Zeile B) und erhebt sich ungefähr 1 Minute später (siehe Zeile E).

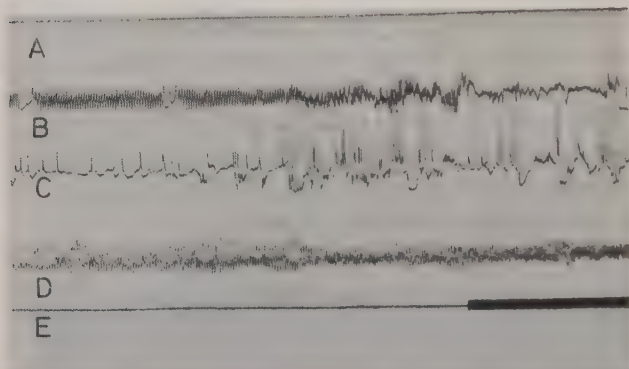


Abb. 6

- A = Zeitschreibung in sec.
- B = Kaubewegungen
- C = Lidschläge
- D = Puls
- E = Liegen bzw. Stehen

Die folgenden Kurven zeigen, daß den unterschiedlichen Tätigkeiten der Kaumuskulatur auch verschiedene Lidschlagfrequenzen zuzuordnen sind. In den Abbildungen 7 - 9, S. 23 u. 24, auf denen nur die Lidschläge (unten) und die Kaubewegung (oben) sowie in Abb. 10, S. 24, auf der die Kaubewegung (unten) und die Lidschläge (oben) zu sehen sind, steht das Versuchstier.

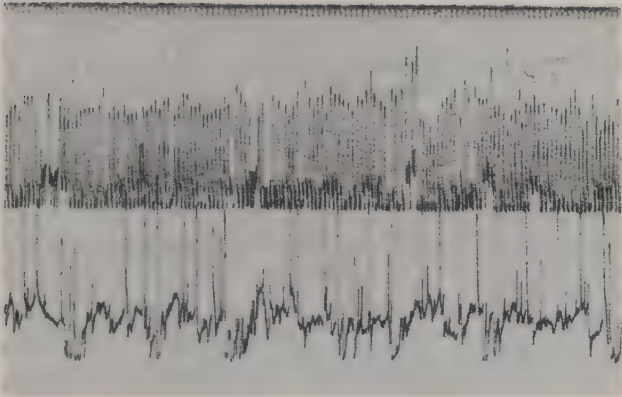


Abb. 7 Lidschlagfrequenz während des Heufressens

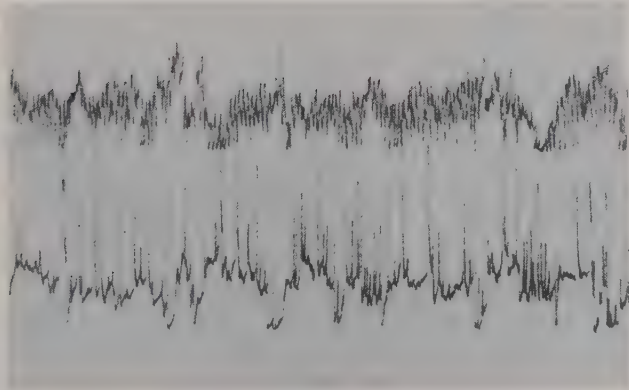


Abb. 8 Lidschlagfrequenz während des Treberfressens

Erläuterungen siehe Text

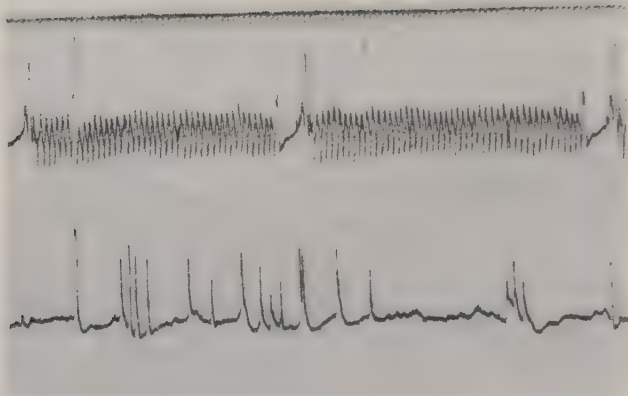


Abb. 9 Lidschlagfrequenz während des Wiederkauens

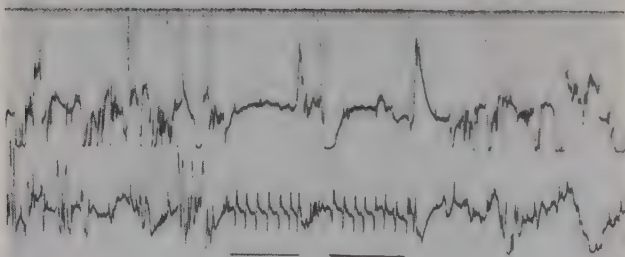


Abb. 10 Lidschlagfrequenz während des Saufens (—)

Erläuterungen siehe Text

Nach einiger Erfahrung ist es leicht, auf den Kurven Saufen (Abb. 10, S. 24), Wiederkauen (Abb. 9, S. 24), Kauruhe (Abb. 5 B, S. 21) und Fressen voneinander zu unterscheiden. Es ist sogar möglich, zu erkennen, ob Futter aufgenommen wird, das weniger (Treber Abb. 8, S. 23) oder mehr (Heu Abb. 7, S. 23) gekaut werden muß.

3.32 24-Stunden-Rhythmus

In mehreren Versuchen wurden die Lidschläge über 24 Stunden ausgezählt und aus den 10-Minuten-Werten das Stundenmittel gebildet. Die hieraus entstandenen Kurven zeigen einen Tag-Nacht-Rhythmus und eine Steigerung der Lidschlagfrequenz während der Fütterungszeit (7⁰⁰ Uhr und 15³⁰ Uhr).

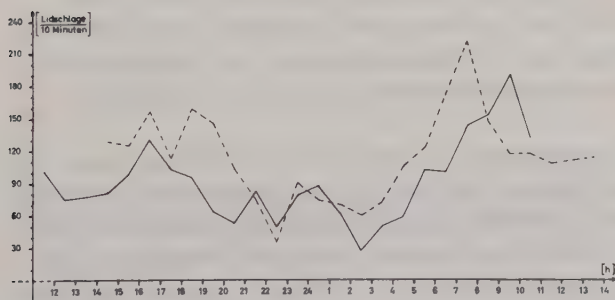


Abb. 11
Erläuterung siehe Text

In dieser Form der Darstellung kommen kurzfristige Änderungen der Lidschlagfrequenz nicht zum Ausdruck. Als Beispiel seien zwei von insgesamt zehn Kurven wiedergegeben, die von den Versuchen am 6./7.8.63 und am 12./13.8.63 stammen (Abb. 11, S. 25). Am 6./7.8. lag das Maximum der Stalltemperatur bei 33°C , die Tagesmitteltemperatur betrug $25,7^{\circ}\text{C}$, der Luftdruck 1011 mb. In dem Versuch vom 12./13.8. betrug die Stalltemperatur im Maximum 27°C , die Tagesmitteltemperatur $17,9^{\circ}\text{C}$ und der Luftdruck 1005 mb.

In beiden Fällen war der Stall durch einen Ventilator gut und zugfrei belüftet. Die erste Kurve hat sehr große Ähnlichkeit mit der zweiten, die Verläufe sind im wesentlichen gleichartig. Die höheren Werte der ersten Kurve sind vielleicht auf die höheren Umgebungstemperaturen und die damit verbundene Wärmebelastung des Rindes zurückzuführen. Durch Versprühen von Paral wurde erreicht, daß der Stall praktisch fliegenfrei war, so daß eine indirekte Temperatureinflussung durch höhere Aktivität der Insekten als Ursache häufigerer Lidschläge nicht in Frage kam.

An dem Vorhandensein eines Tag-Nacht-Unterschiedes der Lidschlagfrequenz konnte nach den gewonnenen Registrierungen kein Zweifel mehr bestehen. Die Frage war nun, ob ein solcher Unterschied durch das Überwiegen bestimmter Funktionszustände, wie z. B. Stehen und Fresen am Tage sowie Liegen und Wiederkauen in der Nacht, zustandekam, oder ob er auch zwischen gleichen Funktionszuständen bestand.

Aus diesem Grunde haben wir eine prozentuale Häufigkeitsverteilung des liegend wiederkauenden Tieres am Tag (---) und in der Nacht (—) gezeichnet (Abb. 12).

Diese Tages- und Nachtkurven sind aus jeweils 4 Wiederkauperioden eines 24-Stunden-Versuches entstanden, die zusammen 100 Minuten ausmachten. Die Wiederkauperioden des Tages lagen zwischen 10³⁶ Uhr und 18⁰⁸ Uhr, die der Nacht zwischen 21¹⁵ Uhr und 3²⁷ Uhr. Während der Nachtzeit lag das Maximum der Lidschläge zwischen 1 und 3, am Tage zwischen 4 und 6 pro Minute.

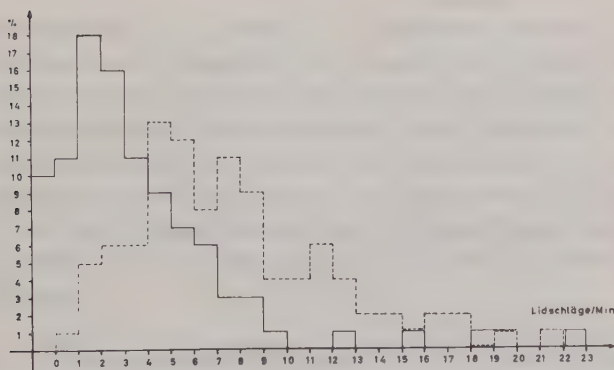


Abb. 12

Häufigkeitsverteilung der Lidschlagfrequenz
am Tag (---) und in der Nacht (—)

3.33 Lidschlagfrequenz und Funktionszustand

Aus den Originalkurven ist wegen des starken Schwankens der Lidschlagwerte von Minute zu Minute nicht ohne weiteres ein Unterschied der Lidschlagfrequenz bei verschiedenen Funktionszuständen ersichtlich. Aus diesem Grunde haben wir das 24-Stunden-Mittel für die verschiedenen Funktionszustände: stehend, stehend fressend, stehend wiederkauend, liegend und liegend wiederkauend gebildet. Die Ergebnisse bringt Abb. 13.

(--- = Versuch am 12./13.8.63,

— = Versuch am 6./ 7.8.63)

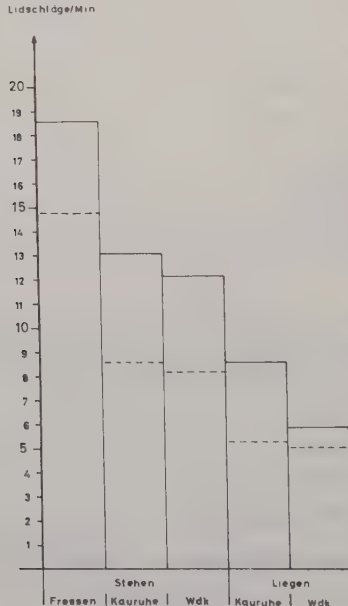


Abb. 13

24-Stunden-Mittelwerte des Lidschlages
bei verschiedenen Funktionszuständen

Das hierbei gefundene Ergebnis überrascht insofern, als der Lidschlagunterschied zwischen Stehen und Liegen sehr deutlich, der zwischen Kauruhe und Wiederkauen aber nur gering ist. Für eine Signifikanzberechnung fehlen die sachlichen Voraussetzungen, da nicht mit Sicherheit feststeht, ob nur der jeweils betrachtete Unterschied der Stellung oder Kautätigkeit des Tieres die einzige veränderte Größe ist. Die Standardabweichung wurde der Übersichtlichkeit wegen nicht in Abb. 13, S. 28 eingezeichnet. Sie ist aber aus Tabelle I, S. 32 ersichtlich. Daß diese relativ groß ist, erklärt sich zum Teil daraus, daß sie vom 24-Stunden-Mittel berechnet worden ist, obwohl ein Tag-Nacht-Rhythmus besteht.

Die von HABERICH und WITTKE (19) gefundenen Unterschiede aus kürzeren Beobachtungen waren wesentlich größer. Wir haben deshalb den Lidschlag jeweils über den Zeitraum eines bestimmten Funktionszustandes gemittelt und die verschiedenen Werte jeweils als ein Niveau in Abb. 14, S. 30 abgetragen. Dadurch bot sich leicht die Möglichkeit, den Lidschlagmittelwert des entsprechenden Zeitabschnittes mit dem vorhergehenden und nachfolgenden zu vergleichen.

Das um 14⁰⁰ Uhr vorhandene Lidschlagniveau des stehenden Tieres entspricht ungefähr dem 24-Stunden-Mittelwert, das nachfolgende (stehend wiederkauend) weicht von diesem erheblich ab. Nach dem Hinlegen des Versuchstieres erreicht die Lidschlagfrequenz wieder etwa den Wert des 24-Stunden-Mittels, um anschließend, nachdem es aufgestanden ist und zu fressen beginnt (Treber), stark anzusteigen. In der nachfolgenden Futterpause sinkt die Lidschlagfrequenz und steigt mit anschließender Heufütterung wieder an. Etwas später legt sich das Rind hin und beginnt nach etwa 15 Minuten mit dem Wiederkauen.

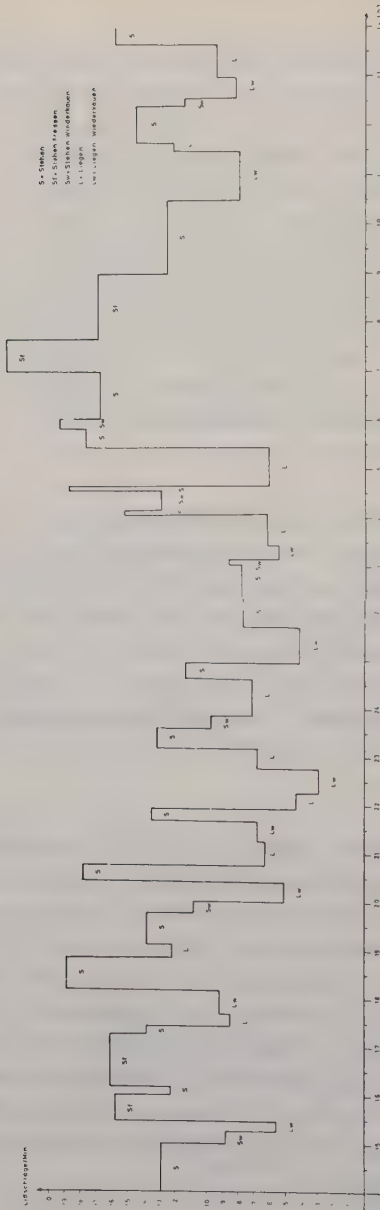


Abb. 14

Erläuterung siehe Text

Dabei erhöht sich die Lidschlagfrequenz geringfügig. Das gleiche Verhalten ist um 20⁴⁵ Uhr noch einmal zu beobachten. In der Regel ist es jedoch umgekehrt (21⁵⁵, 3¹⁰, 10³⁰ und 12³⁵ Uhr). Eine Erklärung dafür können wir nicht geben. Wahrscheinlich waren irgendwelche von uns nicht erfaßten Einflüsse auf die Lidschlagfrequenz wirksam. Über die Unterschiede der Lidschlagfrequenzen zwischen den verschiedenen Funktionszuständen hinaus ist der Tag-Nacht-Rhythmus erkennbar, am besten, wenn man die Lidschlagniveaus des stehenden Tieres miteinander vergleicht.

Wir haben die durchschnittlichen Lidschlagfrequenzen des fressenden Tieres (in Tabelle I, S. 32) auf verschiedene Futterarten bezogen. Am 6./7.8. betrug sie durchschnittlich beim Treberfressen 20,6 gegenüber 16,5 beim Heufressen. Am 12./13.8. dagegen war beim Heufressen die Lidschlagfrequenz mit 16,3 gegenüber 13,3 beim Treberfressen höher. Wahrscheinlich ist dieses Verhalten ein Ausdruck dafür, daß an dem heißen Tage das Naßfutter bevorzugt wurde.

Versuch	Tages- mittel- temperat.	Fressen	Treber- fressen	Heu- fressen	Stehen	Stehen Wdk.	Liegen	Liegen Wdk.
am 6./7.8.	25,7°C							
Lidschlag- frequenz / Min. (Mittelwert über 24 Std.)		18,5 -----	20,6 -----	16,5 -----	13,1	12,2	8,6	5,9
Standard- abweichung		+5,8 -----	+6,2 -----	+5,5 -----	+6,0 -----	+6,7 -----	+5,3 -----	+4,2 -----
Versuch am 12./13.8.	17,9°C							
Lidschlagfrequenz/ Min. (Mittelwert über 24 Std.)		14,8 -----	13,3 -----	16,3 -----	8,6	8,2	5,3	5,1
Standard- abweichung		+5,5 -----	+5,2 -----	+5,7 -----	+4,9 -----	+4,8 -----	+3,5 -----	+3,4 -----

Tabelle I

3.34 Zusammenhang zwischen Lidschlag- und Pulsfrequenz

Zu der in Abb. 11, S. 25 gestrichelten Kurve haben wir nun in einem weiteren Diagramm den Gang der Pulsfrequenz hinzugefügt (Abb. 15). Weil die Frequenz des Lidschlages sich sehr viel stärker ändert als die des Pulses, wurden für die Darstellung jeweils verschiedene Maßstäbe gewählt. Das repräsentative Stundenmittel wurde hierbei aus der regelmäßig alle 10 Minuten über 30 sec. ausgezählten Pulsfrequenz gewonnen.

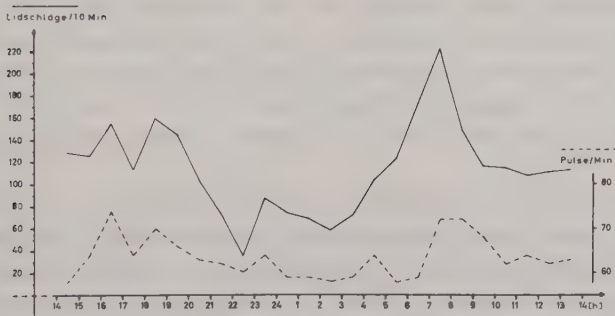


Abb. 15
Erläuterung siehe Text

Eine ähnliche Darstellung (Abb. 16) mit dem gleichen Ergebnis haben wir aus einem Versuch vom 11./12.7.63 gemacht. Es wurden sowohl die Puls- als auch die Lidschlagfrequenzen pro Minute von 24⁰⁰ Uhr bis 2¹⁵ Uhr ausgezählt. Auf der Abszisse ist die Anzahl der Lidschläge pro Minute gruppenweise 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18 und 18-21 abgetragen. Für jede dieser Frequenzgruppen wurde die zugehörige mittlere Pulsfrequenz errechnet und auf der Ordinate abgetragen. In Zuständen bis zu 9 Lidschlägen pro Minute bleibt die Pulsfrequenz etwa gleich, aber von da ab sind höheren Lidschlagfrequenzen auch höhere Pulsfrequenzen zugeordnet.

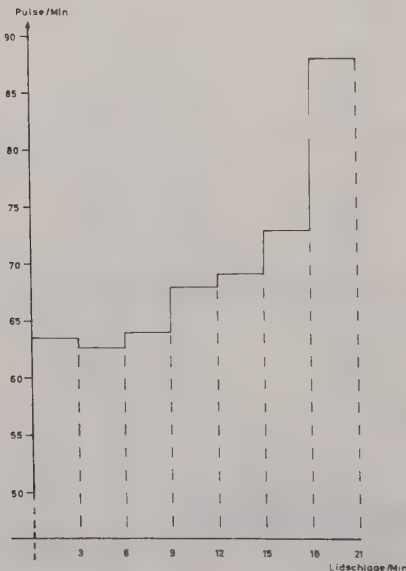


Abb. 16
Erläuterung siehe Text

Bei völliger Ruhe des Tieres in der Nacht mit entsprechend niedriger Lidschlagfrequenz kommt es mitunter zu Salven von 5 - 30 dicht aufeinander folgenden Lidschlägen. Diese Salven dauern ungefähr 1 - 2 Minuten. Dabei findet eine kurzzeitige Frequenzsteigerung des Pulses um 1 - 5 pro 10 sec. statt.

3.35 Akustische Reizung

Da in unseren Versuchen das Rind nicht von Geräuschen abgeschirmt gewesen ist, hat uns die Frage interessiert, wie groß der Einfluß akustischer Reize unter solchen Bedingungen sein kann. In jedem Tierstall herrscht normalerweise schon ein bestimmter Geräuschpegel, der bei uns am Tage 30 - 40 Phon betragen hat. Er erklärt sich hauptsächlich aus der Bewegung der Tiere, insbesondere auch während des Saufens und Fressens. Dazu kommen die Bewegungen während des Fütterns im Stall hantierender Personen. Geräusche aus der Umgebung sind im Verhältnis dazu sehr viel leiser.

Nach der Feststellung von Unterschieden der Lidschlagfrequenz bei verschiedenen Funktionszuständen haben wir es für möglich gehalten, daß akustische Reize nicht gleichmäßig wirksam sind. Wir haben sie deshalb während verschiedener Funktionszustände gegeben und folgende Ergebnisse erhalten.

3.351 Wirkung bei hoher Lidschlagfrequenz

Ist die Lidschlagfrequenz normalerweise schon hoch, wie während des Fressens und Stehens oder auch kurzzeitig bei anderen Funktionszuständen (Lageänderung oder andere, unbekannte Faktoren), so ist bei der Reizung keine Änderung der Lidschlagfrequenz feststellbar gewesen. In einzelnen Fällen ist sie dagegen vermindert gewesen. Das Tier hat dabei den Anschein besonderer Aufmerksamkeit erweckt.

3.352 Wirkung bei niedriger Lidschlagfrequenz

Im Gegensatz zu dem oben Geschilderten bewirkt bei einer relativ niedrigen Lidschlagfrequenz, wie sie vorübergehend in den verschiedenen Funktionszuständen auftreten kann, ein akustischer Reiz eine Steigerung derselben. Diese Steigerung ist besonders während der Nacht gut auslösbar. In 2 von 16 Fällen ist durch den Ton das liegende Tier veranlaßt worden aufzustehen. Die dadurch bedingte bedeutende Erhöhung der Lidschlagfrequenz hat dann aber auch über eine wesentlich längere Zeit angehalten. Nach unserer Meinung ist das Aufstehen des Tieres als Folge des akustischen Reizes nur insoweit anzusehen, als die Bereitschaft, sich zu erheben, nun einen akuten Anlaß bekommen hat. In den Fällen, wo eine Steigerung der Lidschlagfrequenz aufgetreten ist, hat sie - mit Ausnahme der vorgeschilderten Fälle - nach 3-4 Minuten wieder das alte Niveau erreicht. Z. B.: Das Tier liegt, Kauruhe

... 4,4,4,7,10,18,19,6,7,4 ... Lidschläge pro Minute.

↑
Reiz

Besonders gut konnte der Einfluß akustischer Reize auf den Lidschlag während eines Gewitters beobachtet werden (1.8.63, 2⁰⁰ Uhr). Jedem Blitz folgten einige Lidschläge, dem etwas später hörbaren Donnern eine ganze Salve (10 Lidschläge). In dieser Zeit lag das Tier wiederkauend. Vor dem Blitzen war die Lidschlagfrequenz mit 1-4 Lidschlägen pro Minute relativ niedrig. Nach dem 5. Blitz erhob sich das Rind. Bei jetzt folgenden Blitzen stieg die Lidschlagfrequenz nach dem Donnern auf 20 Lidschläge/Minute.

3.36 Lidschlagverhalten während des Saufens

Vergleicht man die Lidschlagfrequenzen vor, während und nach dem Saufen miteinander, dann findet man eine Hemmung während des Saufens.

Unterbricht das Tier für kurze Zeit das Saufen, so findet man in der Pause eine deutliche Steigerung der Lidschlagfrequenz. Hierfür liegen über 30 Beispiele vor. Um das eben Geschilderte darzustellen, haben wir den Lidschlag je 10 sec. ausgezählt und jeweils das Mittel über den Zeitraum eines bestimmten Funktionszustandes (Wiederkauen, Saufen, Pause und Fressen) eingezeichnet (Abb. 17). Das Saufen erfolgte aus einer Selbsttränke. Dadurch war gewährleistet, daß das Tier keinen großen Durst hatte.

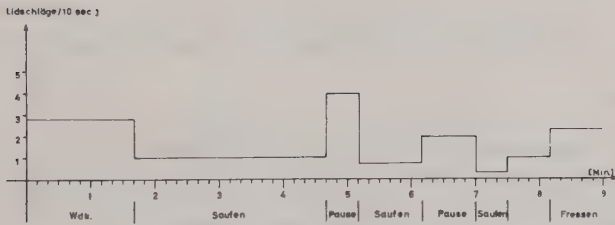


Abb. 17
Erläuterung siehe Text

Wird das Tier aus einem Eimer getränkt, so ergibt sich zwangsläufig, daß besonders an heißen Tagen größerer Durst vorhanden ist. Die Abb. 18, S. 38 zeigt die Veränderung der Lidschlag- und Pulsfrequenz, während das Versuchstier 3 Eimer Wasser säuft.

Hier erfolgt der Lidschlag im Gegensatz zu den überall sonst gemachten Beobachtungen einer Lidschlaghemmung während des Saufens bei den ersten 2 Eimern häufiger. Das ist als Ausdruck einer Erregung des durstigen Tieres beim Saufen erklärlich. Unterstützt wird diese Meinung noch durch das gleichsinnige Verhalten des Pulses. Während das Tier den 1. und 2. Eimer Wasser säuft, ist die Lidschlagfrequenz im Beginn und am Ende des Saufens erhöht. In dieser Zeit steigt der Puls auch mit an. Beim Saufen des 3. Eimer Wassers sind die Lidschläge vermindert, der Puls reagiert nicht mit. Nach Beendigung des Saufens steigt die Frequenz des Lidschlages wieder an.

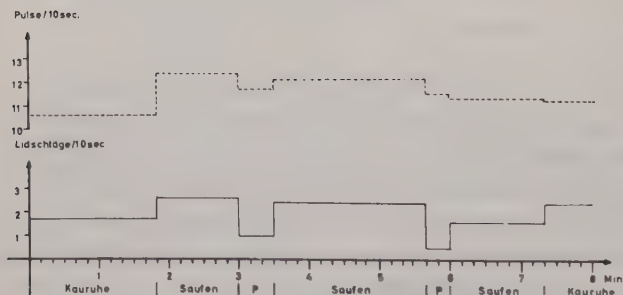


Abb. 18

Erläuterung siehe Text

3.37 Lidschlagsynchronizität

Bei vielen Säugetieren läuft der spontane und meist auch der reflektorische Lidschlag beider Augen gleichzeitig ab. Es gibt aber auch Tiere, wie z. B. Meerschweinchen, Mäuse und Ratten, bei denen spontan kein Lidschlag und nach Auslösen des Drohblinzelflexes dieser nur einseitig erfolgt. Um die Frage zu klären, inwieweit bei unserem Versuchsrind eine Synchronizität des Lidschlages besteht, wurde eine Registrierung mit dem in 3.132 beschriebenen Lidschlagabnehmer an beiden Augen vorgenommen. Der in Abb. 19 enthaltene Ausschnitt dieser Aufzeichnungen zeigt eine Gleichzeitigkeit, die an unserem Versuchstier immer gefunden worden ist.

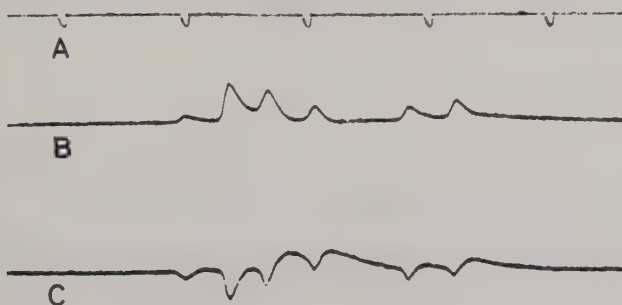


Abb. 19

Erläuterung siehe Text

A = Zeitschreibung in sec.

B = Lidschlag des rechten Auges

C = Lidschlag des linken Auges

3.38 Dauer des Lidschlages und Lidschlusses

Die Filmaufnahmen (3.18) ergaben, daß der Lidschluß wie auch das Öffnen des Lides in etwa 30 msec. erfolgen. Die Lidschlußdauer betrug im allgemeinen 170 - 200 msec. (Die Dauer des Lidschlusses und der Lidöffnung sind mitgerechnet). Diese Angaben sind mit einer Ungenauigkeit von $\pm 6\%$ behaftet.

3.39 Lidschlagverhalten während der Geburt

Bei den Registrierungen während der Geburt wurde nicht die wahre Lidschlagfrequenz aufgezeichnet (siehe 3.21). Wir haben deshalb eine prozentuale Darstellung gewählt, wobei ein Mittelwert von 60 Lidschlägen pro 10 Minuten = 100 % gesetzt wurde. Aus diesem Versuch stellen wir einen Zeitraum von etwa 3 Stunden vor bis 3 Stunden nach der Geburt dar (Abb. 20, S. 41).

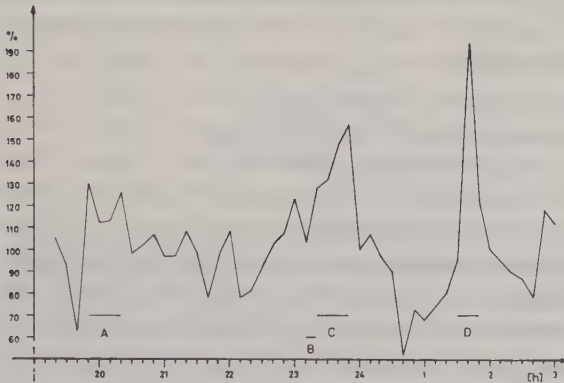


Abb. 20

Lidschlagfrequenz während der Geburt

- A. Um 19⁵⁰ Uhr zeigt sich die Blase, die einige Zeit später auch platzt. Dem entspricht ein deutlicher Gipfel in der Kurve.
- B. Nach kurzer geburtshilflicher Untersuchung wird um 23¹⁰ Uhr eine Lageberichtigung des Kalbes durchgeführt.
- C. Von 23²⁰ Uhr bis 23⁵⁰ Uhr erfolgte die Geburt, diese wird um 23⁵⁰ Uhr mit der Extraktion eines Bullenkalbes abgeschlossen.
- D. Um 1³⁰ Uhr geht komplikationslos die Nachgeburt ab.

4. Diskussion der Ergebnisse

Wenn man die Lidschlagfrequenz in bezug auf bestimmte Funktionszustände wie Stehen oder Liegen sowie Fressen, Kauruhe und Wiederkauen untersucht, muß man bedenken, daß sie sich aus einer Reihe von Lidschlägen verschiedener Genese ergibt. Als Beispiele seien folgende Lidschlagarten genannt:

- a) die reflektorischen Lidschläge,
- b) die optokinetischen Lidschläge und
- c) die spontanen Lidschläge.

Das Ziel dieser Untersuchungen ist es nicht gewesen, den Anteil der verschiedenen Lidschlagtypen an der Gesamtfrequenz zu ermitteln. Man darf aber wohl erwarten, daß sie z. B. an einer Steigerung der Lidschlagfrequenz in unterschiedlichem Maße beteiligt sind. So wird wahrscheinlich der Anteil optokinetischer Lidschläge bei einer hohen motorischen Aktivität entsprechend höher sein, während der Anteil reflektorischer Lidschläge z. B. beim Reiz eines Fremdkörpers im Auge die überwiegende Lidschlagursache ist. Nach den von uns gemachten Beobachtungen geht, ohne daß wir dafür eine bestimmte Prozentzahl angeben können, der größte Anteil aller Lidschläge bei einer Steigerung der Lidschlagfrequenz auf die Steigerung spontaner Lidschläge zurück.

Eine Deutung von Änderungen der Lidschlagfrequenz ist außerordentlich problematisch. Ein Vergleich zwischen Mensch und Tier ist nur mit Vorbehalt möglich. Wir glauben aber trotzdem, daß eine allgemeine Beurteilung berechtigt ist, etwa in der Weise, daß man über Ruhe und Erregung oder über Desinteresse und Interesse etwas aussagen kann. Diese Gegensätze finden immer in einer Lidschlagverminderung und -erhöhung ihren Ausdruck.

Als erstes Ergebnis unserer Untersuchungen hat sich ein deutlicher Tag-Nacht-Rhythmus gezeigt. Dieses Verhalten des Lidschlages entspricht damit auch der in der Nacht verminderten Aktivität des Tieres. Im Gegensatz zu den meisten anderen Säugetieren, die nachts mit geschlossenen Lidern schlafen, ist beim Rind der Lidschlag auch während der Nacht vorhanden. Es gibt zwar bestimmte Zeiten, in denen der Lidschlag (des Nachts) sehr viel seltener erfolgt, aber ob solche Perioden, in denen das Tier ruht, dem Schlaf anderer Tiere entsprechen, können wir nicht sagen. Die stärksten Erhöhungen der Lidschlagfrequenz sind immer während des Fressens gefunden worden. Auch alle anderen Anzeichen, wie die gierigen Bewegungen nach dem Futter und der Bewegungsdrang, deuten auf eine Erregung des Tieres. Es scheint uns aber immerhin sehr interessant, daß diese Erregung oder aber zumindest die Steigerung der Lidschlagfrequenz schon etwa 10 Minuten vor Beginn der Fütterung einsetzte (Die Fütterung erfolgte morgens um 7⁰⁰ Uhr und nachmittags um 15³⁰ Uhr). Das scheint uns ein charakteristischer Ausdruck der Futtererwartung zu sein, die wahrscheinlich durch das Erscheinen des Tierpflegers den akuten Anreiz bekommt. Die dabei besonders starke Steigerung der Lidschlagfrequenz ist nur vor dem Füttern und nicht zu anderen Zeiten zu beobachten.

Aus Abb. 11, S. 25 geht hervor, daß auch die Stalltemperatur einen Einfluß auf die Höhe der Lidschlagfrequenz hat. Es ist eine sehr interessante Frage zu klären, ob diese Steigerung der Lidschlagfrequenz durch eine Reizung bestimmter Teile des Auges, also reflektorisch, oder aber indirekt durch eine Beeinflussung allgemeinerer Natur zustande gekommen ist. Für letzteres würden die Untersuchungen sowohl von PONDER und KENNEDY (35) - beim Menschen - als auch von HABERICH und WITTKÉ (19) - beim Pferd - sprechen, die bei einer Anaesthesie der Cornea und

Konjunktiva unter verschiedenen Bedingungen keine Änderung des Lidschlagverhaltens gefunden haben.

Daß die an dem heißeren Tage vorhandene höhere Lidschlagfrequenz wohl als eine Reaktion auf die höhere Stalltemperatur aufgefaßt werden kann, geht auch aus der verständlichen Tatsache hervor, daß an diesem Tage im Gegensatz zum Versuch vom 12./13.8.63 der Treber beim Fressen dem Heu gegenüber wesentlich bevorzugt worden ist.

Die größten Unterschiede der Lidschlagfrequenz sind immer zwischen dem Stehen und Liegen zu finden gewesen. Es ist nicht ohne weiteres einzusehen, weshalb der Lidschlag beim Stehen höher sein muß, als während des Liegens. HABERICH und WITKE äußern in ihrer Arbeit (19) die Ansicht: Es "stehen entweder die zentralnervösen, vegetativen oder extrapyramidal-motorischen mit Muskeltätigkeit einhergehenden Ursachen mehr im Vordergrund. Der 'spontane' Lidschlag insgesamt, der den reflektorischen an Häufigkeit bei weitem übertrifft, kann als Mitbewegung eines agilen, relativ trägheitslosen Systems angesehen werden, das schon auf geringe Änderungen zentralnervöser Vorgänge anspricht."

"Es gibt wahrscheinlich ein extrapyramidal-motorisches Zentrum für die spontane Lidschlagfähigkeit in den Stammganglien, das den verschiedenen aufgezeigten Einflüssen unterliegt."

Eine solche Auffassung ist mit sämtlichen Beobachtungen sehr gut in Einklang zu bringen. In diesem Sinne werden auch feine Unterschiede im Lidschlagverhalten, wie sie z. B. während des Stehens zwischen dem Fressen, der Kauruhe und dem Wiederkauen und beim Liegen während der Kauruhe und dem Wiederkauen auftreten, verständlich.

Damit ist allerdings noch nichts über das Überwiegen zentralnervöser, vegetativer oder extrapyramidal-motorischer Ursachen als Einfluß auf den Lidschlag gesagt. Für die gefundene Beziehung zwischen Lidschlag- und Pulsfrequenz erscheint uns das vegetative Nervensystem die Ursache zu sein. Die Pulsfrequenz ist fraglos ein einfacher Indikator für das Wechselspiel zwischen Sympathicus und Parasympathicus. Da nun aber die Frequenz des Lidschlages sich mit der Pulsfrequenz ändert, liegt es nahe, hier die gleiche Ursache, nämlich Tonusschwankungen vegetativer Zentren für die Änderungen der Lidschlagfrequenz verantwortlich zu machen. Das Maß der Übereinstimmung, insbesondere bei einer höheren Lidschlagfrequenz (siehe Abb. 16, S. 34), ist nach unserer Meinung als Ausdruck des vegetativen Einflusses auf den Lidschlag anzusehen.

Während das Rind säuft, ist die Lidschlagfrequenz normalerweise stark vermindert. In den Pausen (die etwa 30 sec. dauern) steigt sie stark an, um so stärker, je kürzer die Pause ist.

Daß dieses Verhalten des Lidschlages aber nicht als ein für das Saufen charakteristisches anzusehen ist, geht aus Abb. 18, S. 38 hervor. In diesem Fall wurde das Rind nach einer Zeit des Durstens (12 Stunden - Entfernung der Selbsttränke) getränkt. In dieser Abbildung beobachtet man ein genau entgegengesetztes Verhalten des Lidschlages. Während das Tier säuft (1. und 2. Eimer), ist die Lidschlagfrequenz gesteigert, in den Pausen dagegen vermindert. Beim 3. Eimer entspricht das Niveau des Lidschlages etwa dem vor dem Saufen und ist etwas niedriger als kurze Zeit später. Als Ausdruck der Erregung und Gier nach dem Wasser (1. und 2. Eimer) ist auch die Erhöhung der Pulsfrequenz zu verstehen, die auch hier wieder parallel läuft.

Beim 3. Eimer Wasser schien der Durst bzw. die Erregung nicht mehr groß zu sein, wie es besonders auch aus dem Verhalten des Pulses ersichtlich ist.

Der Einfluß akustischer Reize auf das Verhalten des Lidschlag-
schlages ist in verschiedener Hinsicht interessant. Bei
niedrigen Frequenzlagen erfolgt der Lidschlag häufiger.
Das erscheint uns als ein Zeichen der Erregung. In zwei
von 16 Fällen steht das Tier sogar auf. Die Ursache die-
ser Erregung, nämlich der nicht laute Ton (50 Phon), ist
nicht so groß, als daß sie bei einer höheren Lidschlag-
frequenz diese geändert hätte. Das stimmt auch mit den
Beobachtungen überein. Im ersten Fall wie auch in eini-
gen Fällen, wo nach dem akustischen Reiz eine Verminde-
rung der Lidschlagfrequenz aufgetreten ist, die wir als
Zeichen der Aufmerksamkeit ansehen, machte das Tier da-
für charakteristische Kopfbewegungen (Kopfwenden,
Lauschen). In den Fällen, wo keine Beeinflussung der
Lidschlagfrequenz vorliegt, d. h. sich der Lidschlag
schon von vornherein auf einem höheren Niveau befindet,
ist eine solche Kopfbewegung nicht oder nicht deutlich
zu beobachten. Es scheint aber trotzdem nicht so zu
sein, daß bei einem höheren Niveau der Lidschlagfre-
quenz diese durch eine akustische Reizung nicht zu
beeinflussen wäre, sondern hier reicht die Reizstärke
nicht aus, um das anderweitig beschäftigte und abge-
lenkte Tier in seinem Lidschlagverhalten zu beein-
flussen. Bei entsprechend stärkeren Reizen ist das
der Fall.

Innerhalb von 24 Stunden wechselt das Rind mehrfach
seine Stellung. In Tabelle II, S. 47 ist aus zwei Ver-
suchen, deren Lidschlagfrequenzen in Abb. 11, S. 25
dargestellt worden sind, die Zeit für Stehen und Liegen
jeweils in Minuten angegeben.

Versuch vom
6./7.8.1963

Versuch vom
12./13.8.1963

Stehen/Liegen

Stehen/Liegen

75 Min.	10 Min.
115 "	45 "
40 "	15 "
55 "	25 "
20 "	55 "
15 "	75 "
40 "	45 "
20 "	45 "
85 "	55 "
35 "	45 "
310 "	70 "
55 "	70 "
20	

110 Min.	10 Min.
95 "	30 "
215 "	35 "
35 "	40 "
35 "	40 "
70 "	50 "
40 "	35 "
60 "	45 "
10 "	90 "
25 "	90 "
35 "	40 "
205 "	

885 Min. 555 Min.

935 Min. 505 Min.

14⁴⁵ Std. 9¹⁵ Std.

15³⁵ Std. 8²⁵ Std.

Wechsel zwischen Stehen und Liegen

12 x

11 x

T a b e l l e II

Die Gesamtzeit des Stehens bzw. Liegens weist zwischen diesen beiden Versuchen nur eine Differenz von 50 Minuten auf.

Aus den Registrierungen während der Geburt, aus denen wir den Lidschlag prozentual dargestellt haben, geht hervor, daß 3 besonders starke Häufungen der Lidschläge aufgetreten sind. Die 1. entspricht zeitlich dem Herauspressen der Fruchtblase und dem kurze Zeit später erfolgenden Platzen derselben, die 2. der geburtshilflichen Untersuchung und der Geburt und die 3. dem Abgang der Nachgeburt. In diesem Fall erscheint uns die Steigerung der Lidschlagfrequenz besonders als eine Folge der Erregung und des Schmerzes während der Geburt. Die dazwischen liegenden Schwankungen der Lidschlagfrequenz sind hauptsächlich durch Stellungswechsel, und besonders die Verminderung derselben nach der Geburt durch die erfolgende Beruhigung verursacht. Vom Beginn der Geburt, etwa 23¹⁰ Uhr, an lag das Tier.

5. Zusammenfassung

- a) Es werden Versuche beschrieben, in denen Lidschläge, Kautätigkeit, Pulsfrequenzen sowie die Stellung eines Rindes langfristig aus dem Stall ins Laboratorium übertragen und dort fortlaufend registriert worden sind.
- b) Die Auswertung ergab einen circadianen Rhythmus der Lidschlagfrequenz.
- c) Die in früheren, kürzeren Beobachtungen gefundene Beziehung der Lidschlagfrequenz des Rindes zur Stellung und Kautätigkeit des Tieres wurde im allgemeinen bestätigt.
- d) Im Bereich mittlerer bis höherer Lidschlagfrequenzen war eine deutliche Korrelation zur Pulsfrequenz festzustellen.
- e) Die Lidschlagfrequenz während des Saufens war vom Durst des Tieres abhängig.
- f) Die Lidschläge erfolgten synchron mit einer Frequenz zwischen 0 und 35 Lidschlägen pro Minute und einem kürzesten Abstand von 300 msec. Die Lidschlußzeit betrug 25 - 35 msec. Die Gesamtdauer des Lidschlusses 155 - 225 msec.
- g) Bei hoher Außentemperatur war das allgemeine Frequenzniveau des Lidschlages erhöht.
- h) Bei der Geburt eines Kalbes waren die Lidschlagfrequenzen des Muttertieres beim Austreten der Blase, bei der Lageberichtigung der Frucht, bei ihrem Austritt und beim Abgang der Nachgeburt stark erhöht.
- i) Bei akustischen Reizen mit einer Tonfrequenz von 500 Hz und einer Lautstärke von 50 Phon, gegeben auf die Dauer von 10 - 15 sec., wurden niedrige Lidschlagfrequenzen stark erhöht, hohe dagegen kaum beeinflusst.

- k) Bei langfristiger automatischer Registrierung physiologischer Meßgrößen am Rind kann die simultane Aufzeichnung des Lidschlages ein wertvolles Kriterium für die jeweilige "Stimmung" des Tieres im verhaltensphysiologischen Sinne sein.

Literaturverzeichnis

1. BAYER, A. K.: "Pulsbeobachtungen an Schafen mit Hilfe der Dehnungsmeßstreifentechnik"
Vet.Med.Diss., F.U. Nr. 348 (1961)
2. BAYER, A. K.: "Die Anwendung von Dehnungsmeßstreifen zur fortlaufenden Registrierung des Lidschlages, der Kautätigkeit und Pulsfrequenz am Rind über längere Zeit"
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 2, 31-32 (1964)
3. BERNHEIMER, St. "Über die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen"
Arch. Augenheilkunde, 20, 133 (1889)
4. BÜNNING, E.: "Die physiologische Uhr"
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelbg. II. Aufl. (1963)
5. BING, R. und BRÜCKNER, R.: "Gehirn und Auge"
Benno Schwabe, Basel (1955)
6. BLOUNT, W.P.: "Studies of the movements of the eyelids of animals blinking"
Quart.J.exp.Physiology, 18, 111-125 (1928)
7. BUYTENDIJK, F.J.J.: "Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung"
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelbg. (1956)
8. BUYTENDIJK, F.J.J.: "Mensch und Tier - Ein Beitrag zur vergleichenden Psychologie"
Rowohlt, Reinbek b. Hamburg (1958)
9. DARWIN, Ch.: "The Expression of the Emotions in Man and Animals"
John Murray, London
(1904) 10, 29, 41, 53, 83, 132 etc.
10. DAVSON, H.: "The Eye"
Academik Press, New York und London
Bd. III, 271-301 (1962)
Mc.Ewen: "Secretion of Tears and Blinking"
11. EXNER und PANETH: "Das Rindenfeld des (N.) facialis und seine Verbindungen bei Hunden und Kaninchen"
Pflügers Arch. 41, 349 (1887)

12. FISCHER, F.P.: "Über die Verwendung von Kopfbewegungen beim Umhersehen"
Graefes Arch. 113, 394-416 (1924)
115, 49- 58 (1924)
13. GALANT, J.S.: "Reflexus cochleopalpebralis und Ohr-lidschlagreflex"
Pflügers Arch. 176, 221-222 (1919)
14. GALANT, J.S.: "Die Lidreflexe"
Arch.f.Kinderheilkunde, 74, 130-135 (1924)
15. GESELL, A.J.,
ILG, F.J. and
BULLIS, G.E.: "Vision: Its development in infant and child"
P.B. Hoeber, New York, XV, 331 (1949)
16. HABERICH, F.J.: "Über einen rasch ablaufenden Adaptationsvorgang nach Blendung"
Naturwissenschaften, 31, 23 (1954)
17. HABERICH, F.J.: "Die Bedeutung des Lidschlages für unser Sehen"
Berliner Med. 7, 7-8 (1956)
18. HABERICH, F.J.: "Die Physiologie der Augenlider"
(Ein Beitrag mit besonderer Berücksichtigung der vergleichenden Physiologie und der Beziehung zwischen Form und Funktion)
Habilitationsschrift F.U. Berlin (1958)
19. HABERICH, F.J. und
WITKE, G.: "Beobachtungen über den Lidschlag des Rindes (nebst Bemerkungen über Perioden des Wiederkauens und den Lidschlag des Pferdes)"
Zeitschrift für vergleichende Physiologie, 39, 209-225 (1956)
20. HELD, H.: "Über experimentelle Reifung des Nervenmarkes"
Arch.Anat.u.Physiol. 222 (1896)
21. HESS, W.R.: "Das Zwischenhirn"
Benno Schwabe, Basel (1949)
22. KENNARD, D.W. and
SMITH, G.L.: "Reflex Regulation of the upper Eyelids with observations on the onset of sleep"
Journal of physiology, 166, 168-177 (1963)
23. KESTENBAUM, A.: "Zur Entwicklung der Augenbewegungen und des optokinetischen Nystagmus"
Graefes Arch. 124, 113 (1930)

24. KISCH, B.: "Ein unbekannter Lidschlag und Tränenreflex"
Pflügers Arch. 173, 224-242 (1919)
25. LANDOIS, L. und ROSEMAN, R.: "Lehrbuch der Physiologie des Menschen"
Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien, 12. Auflage (1909)
26. LANDOIS, L. und ROSEMAN, H.U.: "Lehrbuch der Physiologie des Menschen"
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin, 28. Auflage, Band II (1960)
27. LANS: "Onderzoek"
Physiol.Lab. Utrecht, 5 Reeks, 3, 306 (1902)
28. LAWSON, R.D.: "Blinking: Its role in physical measurements"
Nature (Lond.) 161, 154-157 (1948)
29. LINDER, A.: "Planung und Auswertung von Versuchen"
Birkhäuser, Basel-Stuttgart (1953)
30. MACKENSEN, G. und HARDER, S.: "Untersuchungen zur elektrischen Aufzeichnung von Augenbewegungen"
Graefes Arch. 155, 387-412 (1954)
31. MACKENSEN, G.: "Elektrische Registrierungen von Augenbewegungen (Elektrooculographie, Elektronystagmographie)"
Fa. Schwarzer, München
Hausnachrichten Sonderheft/Sept. 1957
32. NICKELL, R.: "Das Zentrum des reflektorischen Lidschlages"
Pflügers Arch. 42, 547 (1888)
33. PATRIZI, M.L. und BELLENTANI, G.: "Le réflexe du clignement et les phases de la pulsation"
Arch. Ital. de Biolog. (Pisa) 41, 246-256 (1904)
34. PEIPER, A.: "Die Eigenart der kindlichen Hirntätigkeit"
Georg Thieme, Leipzig (1949)
35. PONDER, E. and KENNEDY, W.: "On the Act of Blinking"
Quart.J.Exper.Physiol. 18, 89 (1928)
36. PREYER, W.: "Die Seele des Kindes"
Grieben, Leipzig (1895)

37. SATTLER, H.: "Über die Markscheidenentwicklung im Tractus opticus, Chiasma und Nervus opticus" Graefes Arch. 90, 271 (1915)
38. SCHROEDER, K.: "Die Bildungsweise und Entwicklungsrichtung der Markscheiden" J. Psychol. u. Neur. 18 (1918)
39. SLATAPER, F.J.: "Norms of refraction and vision from birth to old age" Arch. of Ophthalm. 43, 466-481 (1950)
40. WEISS, O.: "Ursachen der Lidbewegung" im "Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie" von Bethe u. Bergmann Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg Bd. XII/2, 1273-1282 (1931)
41. WERNER, J.: Persönliche Mitteilung
42. WESTPHAL, A.: "Über die Markscheidenbildung der Gehirnnerven des Menschen" Arch. f. Psychiatrie, 29, 474 (1897)
43. WILBRAND, H. und SAENGER, A.: "Die Neurologie des Auges" Bergmann, Wiesbaden, Bd. 1 (1900)
44. WODAK, E.: "Über die Verwendbarkeit der durch die Baranysche Lärrtrommel erzeugten Lidreflexe zur Diagnose der Simulation" Mschr.f.Ohrenheilkunde, 53, 23-30 (1919)
45. WODAK, E.: "Zur Frage der auropalpebralen Reflexe" Dtsch.med.Wschr. 2, 241 (1919)

Am Ende dieser Arbeit ist es mir ein persönliches Anliegen, mich bei Herrn Prof. Dr. G. W i t t k e für die Überlassung des Themas, die Beratung bei der Durchführung der Versuche und der Abfassung dieser Arbeit zu bedanken.

Weiterhin danke ich dem wissenschaftlichen Assistenten, Herrn Dr. A. B a y e r, für die freundschaftliche Hilfe bei der technischen Einrichtung der Versuche.



L e b e n s l a u f

Als 1. Sohn des Kaufmanns Gottlieb Bartsch und seiner Ehefrau Else Bartsch, geb. Tripke, wurde ich am 3.9.1936 in Finow geboren.

Von 1942 - 1951 besuchte ich die Grundschule in Finow und Cottbus. Das Abitur legte ich 1954 an der Eberswalder Abendoberschule ab. Von 1954 - 1956 studierte ich Veterinär-Medizin an der Humboldt-Universität, ab 1957 an der Freien Universität Berlin.

Die tierärztliche Prüfung bestand ich am 20. 11. 1962.

Meine Praktikantenzeit leistete ich vom November 1962 bis Mai 1963 in der Klinik für Klauentierkrankheiten und Geburtshilfe der F.U. (Direktor Prof. Dr. Heidrich) ab.

Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 28. 5. 1963.

Seit Oktober 1962 bin ich als wissenschaftlicher Hilfsassistent am Institut für Veterinär-Physiologie der F.U. beschäftigt.

Lebenslauf

Als Sohn des Kaufmanns Friedrich Wilhelm und seiner
Gefährtin Maria Barbara, geb. Meyer, wurde ich am 1.9.1898
in Bonn geboren.

Vom 1905 - 1917 besuchte ich die evangelische in Bonn
und Godesburg. Am 1.9.1917 trat ich in das
evangelische Gymnasium ein. Von 1917 - 1920 erwarb
ich das Abitur in Bonn an der evangelischen Schule, an
der ich auch meine Schulzeit verbrachte.

Das evangelische Gymnasium besuchte ich von 1920 - 1925.
Während dieser Zeit wurde ich zum evangelischen
Glaubensbekenntnis in der Kirche der evangelischen
und Ökumenische der E.V. (Evangelische Volkshochschule)
am 1.9.1925.

Die Dienstzeit als Thesaurarius erfolgte von 1925 - 1928.
Zur Oktober 1928 trat ich als evangelischer Missionar
in die evangelische Mission der evangelischen Kirche ein.
Zurzeit am Institut für evangelische Mission in Bonn.

